

FR00/1686

JV



REC'D 23 AUG 2000

WIPO

PCT

# BREVET D'INVENTION

#2

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION 16/009573

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 29 MAI 2000

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

### DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS Cédex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30

This Page Blank (uspto)

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES **21 JUIN 1999**  
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL **9907812**  
DÉPARTEMENT DE DÉPÔT **75 INPI PARIS**  
DATE DE DÉPÔT **21 JUIN 1999**

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  
**COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL**  
**Département PI**  
**Monsieur Bradford SMITH**  
**30 avenue Kléber**  
**75116 PARIS**

**2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle**

☒ brevet d'invention

☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité

☐ transformation d'une demande de brevet européen

demande initiale

☐ brevet d'invention

☐ certificat d'utilité n°

date

**Établissement du rapport de recherche**

☐ différé

☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

☐ oui

☒ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

**VEHICULE VOLANT A HAUTE ALTITUDE ET PROCEDE POUR LA MISE A POSTE DE CE VEHICULE**

3 DEMANDEUR (S) n° SIREN **5 4 2 0 1 9 0 9 6** code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

**ALCATEL**

Forme juridique

**Société anonyme**

Nationalité (s) **Française**

Adresse (s) complète (s)

**54 rue La Boétie**  
**75008 PARIS**

Pays

**FRANCE**

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

☐ oui

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre ☐

☒ non

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

☐

requis pour la 1ère fois

☐

requis antérieurement au dépôt ; joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire - n° d'inscription)

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

**B. SMITH** MC 40 B

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DEPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg

75800 Paris Cédex 08

Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

9907812

F°101996PA - SM/SPD

TITRE DE L'INVENTION :

VEHICULE VOLANT A HAUTE ALTITUDE ET PROCEDE POUR LA MISE A POSTE  
DE CE VEHICULE

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

Société anonyme :  
ALCATEL

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

- SAINT Hervé, Roland  
271 avenue du Général de Gaulle  
06110 LE CANNET, FRANCE

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature ~~(à compléter par le demandeur ou le mandataire)~~

21.06.1999 PARIS

  
B. SMITH

La présente invention concerne un véhicule volant à haute altitude, ainsi qu'un procédé pour la mise à poste de ce véhicule et des applications.

Dans le cadre de la présente invention, on entend par haute altitude, une altitude qui est supérieure à la fois à l'altitude des liaisons aériennes civiles et à l'altitude du plafond nuageux de la terre. L'atmosphère située à une telle haute altitude est désignée ci-dessous haute atmosphère.

De nombreuses études et propositions, le plus souvent théoriques, ont été faites ces dernières années pour la conception et l'utilisation d'un véhicule, par exemple un avion, un ballon ou un parachute motorisé, destiné à aller, à partir du sol, dans la haute atmosphère, par exemple dans la stratosphère et à y rester à demeure, pour effectuer des traitements ou des opérations spécifiques. On citera à titre d'illustration les propositions décrites dans les documents WO-96 12643 et WO-95 32893.

De très nombreuses opérations sont envisageables, telles que l'observation terrestre, la télécommunication, la recherche scientifique, opérations qui sont réalisées usuellement par des satellites. Or, les satellites présentent un coût exorbitant et ils ne peuvent être installés qu'au profit d'utilisateurs importants, généralement étatiques ou multi-étatiques.

En revanche, un véhicule volant à haute altitude pourrait être à la portée de collectivités territoriales réduites, telles que des communes ou des régions, ou de sociétés de moindre importance. En effet, un tel véhicule volant à haute altitude ne nécessite pas de fusée de lancement et, de plus, il peut employer dans l'atmosphère des composants non qualifiés

de "spatiaux" à la différence des satellites. Ceci explique l'intérêt notamment économique d'un tel véhicule.

Toutefois, malgré cela, les solutions de véhicule à haute altitude envisagées et proposées ne sont pas économiquement ni même techniquement réalisables. En particulier :

- en raison de leur masse élevée et donc du rapport masse/puissance important, les véhicules proposés sont généralement trop lourds pour rester à demeure à haute altitude. En particulier, l'énergie fournie par des batteries et éventuellement par des capteurs solaires reste souvent insuffisante ;
- de plus, les capacités de stockage d'énergie proposées sont généralement insuffisantes pour permettre une alimentation nocturne ; et
- d'autres sources d'énergie, telles que la transmission d'énergie par micro-ondes à partir du sol, sont trop complexes et coûteuses et de plus agressives pour l'environnement.

La présente invention a pour objet de remédier à ces inconvénients. Elle concerne un véhicule volant de coût réduit susceptible d'être utilisé à poste dans la haute atmosphère.

A cet effet, selon l'invention, ledit véhicule volant est remarquable en ce qu'il comporte uniquement des moyens de propulsion permettant audit véhicule de se maintenir, se déplacer et s'orienter à haute altitude.

Ainsi, comme grâce à l'invention, ledit véhicule ne comporte pas de moyens de propulsion généralement très lourds, encombrants et coûteux pour l'amener à poste à haute altitude dans la haute atmosphère, sa masse est très réduite, ainsi que son coût, ce qui permet de remédier aux inconvénients précités.

De plus, grâce à ses propres moyens de propulsion, ledit véhicule, par exemple un avion ou un planeur, peut réaliser les déplacements et orientations nécessaires à son fonctionnement et à son maintien à poste.

Comme ces mouvements sont généralement très faibles, ledit véhicule ne nécessite pas beaucoup d'énergie pour les mettre en oeuvre, ce qui permet également de réduire le coût et d'alléger les contraintes énergétiques.

On notera de plus qu'en supprimant ainsi la contrainte de la phase de montée du véhicule, à pression et à température plus élevées, on permet d'optimiser ses caractéristiques spécifiquement pour son fonctionnement opérationnel à poste dans la haute atmosphère, et on peut en particulier choisir des solutions techniques qui ne permettraient pas d'effectuer une phase de montée à poste, en ce qui concerne par exemple l'aérodynamique, la température de fonctionnement, le stockage d'énergie, la résistance des structures, etc ...

A cet effet, la présente invention propose différentes caractéristiques techniques permettant notamment d'alléger les contraintes énergétiques et d'optimiser le fonctionnement du véhicule. On notera que l'ensemble de ces caractéristiques techniques précisées ci-dessous sont spécifiquement destinées au fonctionnement dans la haute atmosphère et ne sont pas utilisables notamment au sol ou en phase de montée à poste.

Dans un premier mode de réalisation particulièrement avantageux, ledit véhicule comporte au moins un propulseur à plasma qui utilise pour son fonctionnement du plasma créé par l'air environnant de la haute atmosphère. Grâce aux caractéristiques de la haute atmosphère, le plasma peut être créé sans matériau d'appoint, tel que du xénon, et sans un ensemble encombrant et lourd de réservoirs, de circuits et de vannes d'approvisionnement. Ainsi, ces moyens de propulsion sont très simples et peuvent fonctionner sans limitation de durée, puisqu'aucun épuisement de matériau d'appoint n'est à redouter.

Par ailleurs, de façon avantageuse, ledit véhicule comporte au moins un générateur solaire refroidi par convection au moyen de l'air environnant de ladite haute atmosphère.

Ainsi, ledit générateur solaire ou ses cellules solaires fonctionnent à une température beaucoup plus basse que la température ambiante au sol ou les températures de fonctionnement que l'on rencontre généralement dans l'espace avec les satellites artificiels, ce qui procure un bien meilleur rendement.

En outre, dans un mode de réalisation avantageux, ledit véhicule comporte au moins une batterie comportant des composants supraconducteurs. Grâce à un environnement convectif, dont la température est voisine de  $-100^{\circ}\text{C}$ , on obtient un rendement bien meilleur que celui des batteries usuelles.

La présente invention concerne également un procédé pour la mise à poste du véhicule volant précité. A cet effet, selon l'invention, ledit procédé est remarquable en ce que :

- au sol, ledit véhicule volant est rendu solidaire d'un engin de transport indépendant ;
- ledit engin de transport amène ledit véhicule volant, uniquement par l'intermédiaire de moyens de propulsion dudit engin de transport, à une haute altitude prévue pour son fonctionnement ;
- ledit engin de transport libère ledit véhicule volant à l'altitude et au moins à proximité de l'endroit de mise à poste prévu pour le fonctionnement ; et
- si nécessaire, ledit véhicule volant réalise sa mise à poste définitive et son orientation par ses propres moyens de propulsion.

De préférence, ledit engin de transport comporte au moins un ballon susceptible de monter à haute altitude. Un tel ballon, de type usuel, présente une capacité d'emport très élevée et peut donc amener sans problèmes, à coût réduit et avec une précision suffisante le véhicule à l'endroit souhaité. De plus, la nacelle de lancement de ce ballon peut être récupérée et réutilisée. En outre, la montée du ballon est suffisam-



ment lente pour ne pas imposer des contraintes aérodynamiques et/ou mécaniques au véhicule volant (contrairement à un avion ou une fusée d'appoint par exemple).

Le véhicule conforme à l'invention peut être utilisé dans de très nombreuses applications, telles que l'observation terrestre, la télécommunication, la recherche scientifique, l'observation météorologique, etc ... Toutefois, des applications préférées de l'invention ont pour objet un réseau de télécommunication comportant une pluralité de relais hertziens situés au sol et/ou dans l'espace.

A cet effet, une première application concerne un procédé pour remplacer un relais d'un tel réseau de télécommunication.

Selon l'invention, ledit procédé est remarquable en ce que l'on remplace un relais hertzien par un véhicule volant tel que précité et muni d'un moyen d'émission et de réception d'ondes hertziennes, ledit véhicule volant étant amené à une altitude et dans une position telles que ledit moyen d'émission et de réception est situé dans la même direction que ledit relais remplacé, par rapport à au moins un utilisateur dudit réseau de télécommunication, le fonctionnement entre ledit moyen d'émission et de réception et ledit utilisateur étant réalisé par l'intermédiaire d'une interface existante. L'utilisateur n'a alors pas besoin de modifier, ni son interface, ni même le pointage de l'antenne.

Ainsi, on peut remplacer des réseaux de relais hertziens basés au sol ou dans l'espace facilement et de plus sans modifier l'interface avec les terminaux utilisateurs, ce qui est particulièrement avantageux notamment en ce qui concerne le coût.

Une seconde application concerne un réseau comportant au moins un relais hertzien agencé sur un véhicule volant, tel que précité. Cette caractéristique permet d'étendre un réseau préexistant ou de créer un nouveau réseau entièrement ou partiellement à partir de relais de ce type.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

5 La figure 1 montre les différentes étapes d'une mise à poste d'un véhicule conforme à l'invention.

La figure 2 illustre une application préférée d'un véhicule conforme à l'invention.

10 Le véhicule 1 conforme à l'invention est mis à poste en mettant en oeuvre quatre phases successives P1 à P4 illustrées sur la figure 1 de gauche à droite, au moyen d'un engin de transport spécifique, en l'occurrence un ballon 3 de type usuel. Le véhicule 1 est mis à poste dans la haute atmosphère, notamment la stratosphère, à une hauteur H du sol S.

15 Selon l'invention, ledit véhicule 1, par exemple un aéronef, comporte uniquement des moyens de propulsion 2 lui permettant de se maintenir, de se déplacer et de s'orienter dans ladite haute atmosphère. Ces moyens de propulsion peuvent comporter par exemple un propulseur à plasma 2 qui utilise, pour son fonctionnement, du plasma créé par l'air environnant de ladite haute atmosphère. Lesdits moyens de propulsion peuvent également être du type à hélices.

20 Grâce aux faibles pressions existant dans la stratosphère ou la haute atmosphère, ledit plasma peut être créé sans utiliser un matériau d'appoint, tel que du xénon, et sans avoir à monter sur ledit véhicule 1 un ensemble de réservoirs, de circuits et de vannes d'approvisionnement, encombrant, lourd et coûteux. Un tel propulseur 2 est suffisant pour engendrer l'énergie nécessaire au déplacement et à l'orientation du véhicule 1 dans les applications envisagées et précisées ci-dessous. De plus, grâce  
25 aux caractéristiques précitées, ce propulseur 2 est d'une grande simplicité et peut fonctionner sans limitation de durée, puisqu'il ne nécessite aucun matériau d'appoint pour la création du plasma.

Le véhicule 1 conforme à l'invention comprend en outre par exemple un générateur solaire 5 qui est muni de cellules solaires 6 et qui est refroidi par convection avec l'air environnant existant dans la stratosphère et présentant généralement une température de l'ordre de  $-100^{\circ}\text{C}$ .  
5 Grâce à une telle température, on obtient un rendement amélioré dudit générateur solaire 5.

De plus, selon l'invention, on ajuste les caractéristiques thermiques des matériaux supportant ou avoisinant les cellules solaires 6 de manière à choisir la température de fonctionnement la plus efficace. Ce  
10 générateur solaire 5, qui utilise un refroidissement convectif, à la différence des générateurs existant au sol ou dans l'espace, est donc adapté à l'environnement spécifique existant dans la stratosphère ou la haute atmosphère.

On notera de plus que :

- 15 – l'architecture de connexion des cellules solaires 6 (montage en série, en parallèle, etc ...) est choisie en fonction des rendements souhaités ; et
- l'agencement de ces cellules solaires 6 sur la surface externe du véhicule 1 est choisie en fonction de l'orientation envisagée du véhicule 1.

20 Par ailleurs, ledit véhicule 1 comporte au moins une batterie 7 constituée par exemple de composants supraconducteurs particulièrement bien adaptés aux conditions de température rencontrées dans la haute atmosphère. On notera qu'à l'altitude de fonctionnement H envisagée, dans un environnement convectif dont la température est voisine de  
25  $-100^{\circ}\text{C}$ , le maintien de la température de fonctionnement de, par exemple, un tore en matériau supraconducteur se traduit par une machine cryogénique mono-étage simple et à faible consommation.

Ainsi, grâce aux éléments 2, 5 et 7 précités, qui sont particulièrement bien adaptés aux conditions de fonctionnement à haute altitude,

on allège considérablement les contraintes énergétiques existantes, de sorte que le véhicule 1 peut rester à demeure dans la haute atmosphère et fonctionner sur une longue durée à l'aide uniquement des moyens embarqués.

5 Comme indiqué précédemment, la conception simplifiée des moyens de propulsion 2 du véhicule 1 est notamment due à l'utilisation d'un engin de transport 3 spécifique, par exemple un ballon ou une fusée, pour la mise à poste dudit véhicule 1. Comme ledit véhicule 1 ne doit pas être conçu pour voler du sol à la hauteur H, il peut être aérodynamiquement optimisé pour son altitude de fonctionnement H envisagée.

Selon l'invention, ladite mise à poste comporte :

- une phase P1, pour laquelle le véhicule 1 est fixé au sol S à une nacelle 8 dudit ballon 3, par exemple de type stratosphérique ;
- une phase P2, pour laquelle on gonfle ledit ballon 3 qui soulève le véhicule 1 dans l'atmosphère ;
- une phase P3, pour laquelle ledit ballon 3 libère le véhicule 1 à la hauteur H souhaitée ; et
- une phase P4, dans laquelle le véhicule 1 réalise si nécessaire sa mise à poste définitive et son orientation, par l'intermédiaire uniquement desdits moyens de propulsion 2, et la nacelle 8 du ballon retombe, par l'intermédiaire d'un parachute 9, au sol S où elle peut être récupérée.

Le véhicule 1 conforme à l'invention peut être utilisée dans de nombreuses applications. En particulier, il peut être utilisé, tel que représenté sur la figure 2, pour remplacer un relais hertzien 10, en l'occurrence un relais satellitaire, d'un réseau de télécommunication RT comportant une pluralité de relais hertziens basés dans l'espace et/ou au sol.

Comme on peut le voir sur la figure 2, ledit relais satellitaire 10 peut communiquer avec des utilisateurs 11 et 12 dudit réseau de télécommunication RT, par exemple des récepteurs de radiocommunication

ou de télévision ou des téléphones portables, respectivement par l'intermédiaire de liaisons hertziennes 13 et 14 représentées en traits interrompus.

Selon l'invention, pour remplacer ledit relais satellitaire 10, on amène le véhicule 1 qui est muni d'un moyen 15 d'émission et de réception d'ondes hertziennes à une altitude et dans une position telles qu'il est situé dans la même direction que ledit relais satellitaire 10 à remplacer, par rapport auxdits utilisateurs 11 et 12, ce qui permet de ne pas avoir à modifier l'orientation des antennes de ces derniers. Lorsque ledit remplacement est réalisé, ledit moyen 15 d'émission et de réception d'ondes hertziennes peut communiquer avec les utilisateurs 11 et 12 de façon usuelle, sans changer les interfaces de ces utilisateurs 11 et 12, comme illustré respectivement par des liaisons hertziennes 16 et 17, lesdits utilisateurs 11 et 12 pouvant communiquer entre eux, comme montré par une liaison hertzienne 18.

Bien entendu, au lieu de communiquer directement avec des utilisateurs terminaux, ledit moyen 15 peut également communiquer avec d'autres relais non représentés du réseau de télécommunication RT. Toutefois, quel que soit le mode de mise en oeuvre, selon l'invention, on maintient la même interface (fréquence, protocole, puissance, ...) avec les utilisateurs terminaux existants.

On notera qu'au lieu de remplacer un relais satellitaire 10, le véhicule 1 muni du moyen 15 peut bien entendu également remplacer, dans le cadre de la présente invention, un relais situé au sol.

De plus, la proximité du véhicule 1 par rapport à un utilisateur (quelques dizaines de kilomètres) permet également d'émettre facilement, avec une puissance isotrope équivalente rayonnée, qui est identique à celle d'un relais remplacé.

On notera que l'énergie nécessaire pour obtenir une telle puissance est beaucoup plus faible, par exemple, que celle nécessaire pour obtenir la même puissance à partir d'un satellite géostationnaire ou en orbite basse.

5           Un tel véhicule 1 permet ainsi de cumuler les avantages des réseaux sol envers les régions qui en sont déjà équipées (richesse, adaptation, flexibilité, ...) et ceux des satellites envers les régions non équipées (déploiement instantané sans infrastructure au sol).

10           Selon l'invention, ledit véhicule 1 muni desdits moyens 15 d'émission et de réception d'ondes hertziennes peut également être utilisé pour étendre un réseau de télécommunication préexistant non représenté ou pour permettre de créer entièrement ou partiellement un nouveau réseau de télécommunication à partir d'une pluralité de tels véhicules 1.

## REVENDEICATIONS

### 1. Véhicule volant,

caractérisé en ce qu'il comporte uniquement des moyens de propulsion (2) permettant audit véhicule (1) de se maintenir, se déplacer et s'orienter à haute altitude.

### 2. Véhicule volant selon la revendication 1,

caractérisé en ce que lesdits moyens de propulsion (2) comportent au moins un propulseur à plasma qui utilise pour son fonctionnement du plasma créé par l'air environnant à ladite haute altitude.

### 3. Véhicule volant selon l'une des revendications 1 et 2,

caractérisé en ce qu'il comporte au moins un générateur solaire (5) refroidi par convection au moyen de l'air environnant à ladite haute altitude.

### 4. Véhicule volant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce qu'il comporte au moins une batterie (7) comportant des composants supraconducteurs.

### 5. Procédé de mise à poste d'un véhicule volant tel que celui spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 4,

caractérisé par les étapes suivantes :

- au sol, ledit véhicule volant (1) est rendu solidaire d'un engin de transport (3) indépendant ;
- ledit engin de transport (3) amène ledit véhicule volant (1), uniquement par l'intermédiaire de moyens de propulsion dudit engin de transport (3), à une haute altitude prévue pour son fonctionnement ;
- ledit engin de transport (3) libère ledit véhicule volant (1) à l'altitude (H) et au moins à proximité de l'endroit de mise à poste prévu pour le fonctionnement ; et
- si nécessaire, ledit véhicule volant (1) réalise sa mise à poste définitive et son orientation par ses propres moyens de propulsion (2).

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit engin de transport (3) comporte au moins un ballon (3) susceptible de monter à haute altitude.

5 7. Procédé de remplacement d'un relais hertzien d'un réseau de télécommunication comportant une pluralité de relais hertziens, caractérisé en ce que l'on remplace ledit relais hertzien (10) par un véhicule volant (1) tel que celui spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 4 et muni d'un moyen (15) d'émission et de réception d'ondes hertziennes (16, 17), ledit véhicule volant (1) étant amené à une altitude  
10 et dans une position telles que ledit moyen (15) d'émission et de réception est situé dans la même direction que ledit relais remplacé (10) par rapport à au moins un utilisateur (11, 12) dudit réseau de télécommunication (RT), le fonctionnement entre ledit moyen (15) d'émission et de réception et ledit utilisateur (11, 12) étant réalisé par l'intermédiaire d'une  
15 interface existante.

8. Réseau de télécommunication comportant une pluralité de relais hertziens, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un relais hertzien agencé sur un véhicule volant (1), tel que celui spécifié sous l'une quelconque des  
20 revendications 1 à 4, qui est mis à poste à haute altitude.



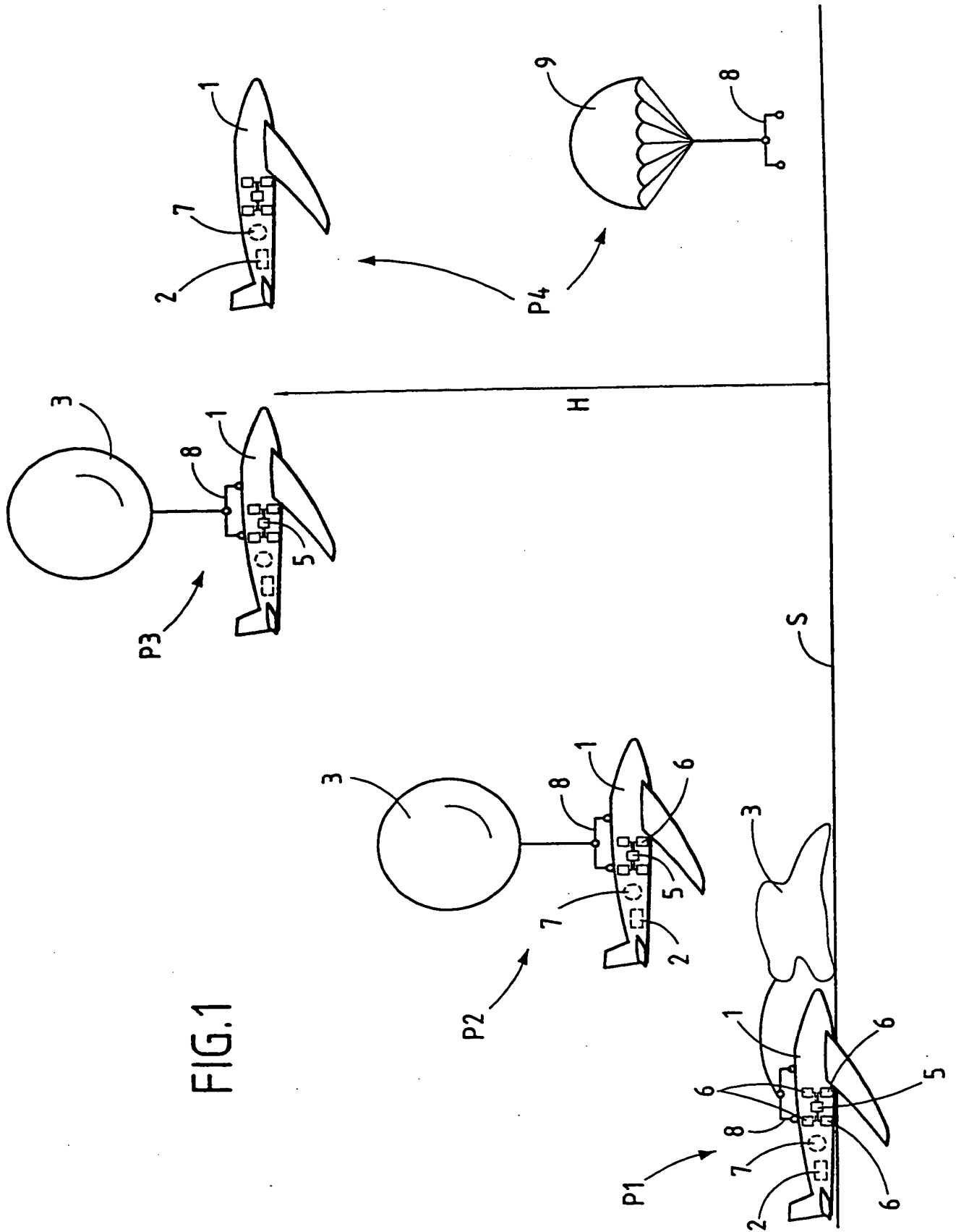


FIG. 2

